

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen d s brevets



(11) EP 1 123 731 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
16.08.2001 Patentblatt 2001/33

(51) Int Cl.7: **B01F 7/24**

(21) Anmeldenummer: 01103111.9

(22) Anmeldetag: 09.02.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Schmidt, Uwe, Dipl.-Ing. (FH)  
79650 Schopfheim (DE)  
• Stähler, Dirk  
79725 Lauffenburg (DE)

(30) Priorität: 11.02.2000 DE 10006253

(74) Vertreter: Hering, Hartmut, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte  
Berendt, Leyh & Hering  
Innere Wiener Strasse 20  
81667 München (DE)

(71) Anmelder: EKATO Rühr- und Mischtechnik GmbH  
D-79650 Schopfheim (DE)

(54) **Rührvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Rührvorrichtung (10), insbesondere zum Mischen, Granulieren und Trocknen von Feststoffen in einem Rührbehälter (12).

Der Rührbehälter (12) hat einen kegelförmigen Bodenteil (16), in welchem mittels einer Welle (22) antreibbare Rührblätter (26) angeordnet sind, die von innen

nach außen schräg nach oben verlaufen. An ihren oberen Enden (46) haben die Rührblätter (26) Seitenblätter (30), welche das axial nach oben geförderte Rührgut radial zur Mitte transportieren.

Hierdurch wird eine sehr gute Mischqualität und ein sehr hoher Wärmeübergang mit einem gleichmäßigen Temperaturprofil erreicht.

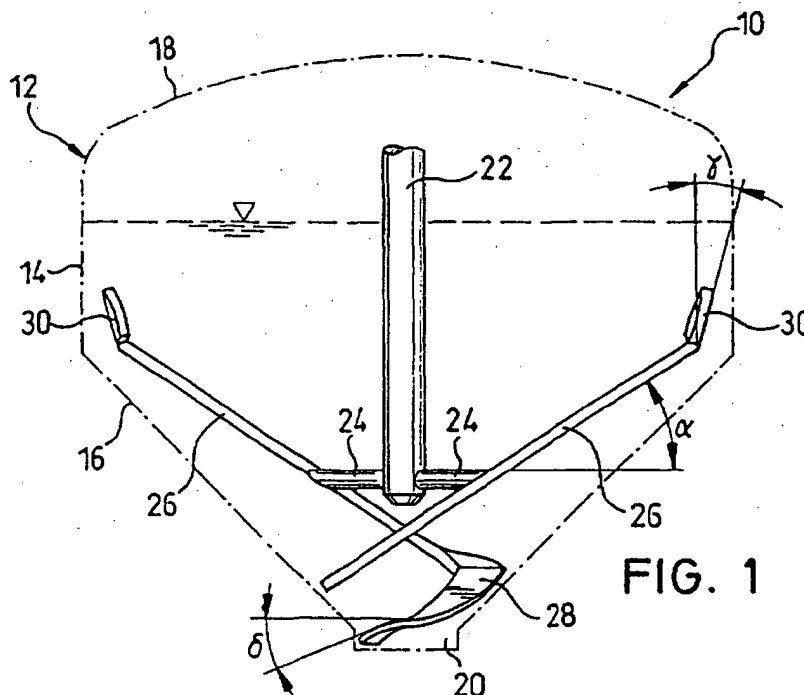


FIG. 1

## B Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rührvorrichtung, insbesondere zum Mischen, Granulieren und Trocknen von Feststoffen, mit wenigstens einem Rührorgan, das zum Beispiel zwei Rührblätter aufweist, die mit einer motorisch antreibbaren Welle verbunden sind.

[0002] Die Rührvorrichtung kann auch zum Aufheizen und Abkühlen von Feststoffen verwendet werden, aber auch zur Ausführung von chemischen Reaktionen, zum Abdampfen von Lösungsmitteln, oder auch zur Verdampfungs- oder Kühlungskristallisation.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, insbesondere eine hohe Mischgüte und einen hohen inneren Wärmeübergang zu erreichen.

[0004] Nach der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß die insbesondere eben ausgebildeten Rührblätter in einem Winkel  $\alpha$  von etwa 15° bis etwa 60° zur Horizontalen angeordnet sind.

[0005] Zweckmäßigerweise hat der innere und der äußere Umfangsrand jedes Rührblattes elliptische Form.

[0006] Vorteilhafterweise hat jedes Rührblatt an seinem inneren Ende die geringsten und an seinem äußeren Ende die größte Breite.

[0007] Wenigstens eines der Rührblätter ist zweckmäßigerweise an seinem inneren Ende mit einem einen Bodenräumer bildenden Bodenblatt versehen.

[0008] Vorzugsweise hat das Bodenblatt an seinem oberen Ende die größte und an seinem unteren Ende die geringste Breite.

[0009] Vorteilhafterweise ist das Bodenblatt schraubenlinienartig verwunden und in einem Winkel  $\delta$  zur Horizontalen angestellt, wobei der Anstellwinkel  $\delta$  von oben nach unten zunimmt und im Bereich von 5° bis etwa 55° liegt.

[0010] Vorzugsweise ist jedes Rührblatt an seinem oberen, äußeren Ende mit einem insbesondere ebenen Seitenblatt ausgerüstet, wobei die Seitenblätter unter einem Neigungswinkel  $\gamma$  von etwa 1° bis etwa 30° zur Vertikalen angestellt sind. Ferner haben die Seitenblätter zweckmäßigerweise einen Freiwinkel  $\beta$  von etwa 1° bis etwa 30° zur inneren Wand des Rührbehälters 12.

[0011] Vorzugsweise hat die vorlaufende Kante bzw. der vorlaufende Rand jedes Seitenblattes einen im wesentlichen konstanten Abstand zur zylindrischen Innenwand des Rührbehälters, wobei der Abstand zweckmäßigerweise etwa 5 bis 10 mm beträgt.

[0012] Wenigstens diese vorlaufende Kante jedes Seitenblattes hat vorteilhafterweise eine elliptische Form.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann oberhalb der Rührblätter in vorzugsweise ebener Stromstörer eingebaut sein, dessen Unterkante in einem Winkel  $\epsilon$  zur Horizontalen verläuft, der im Bereich von etwa 15° bis 60° liegt.

[0014] Zweckmäßigerweise ist der Stromstörer in einem Winkel  $\psi$ , der in einem Bereich von etwa 0° bis et-

wa 75° liegt, zu einer Radialen angestellt, die durch die Mittelachse der Rührwelle und durch die Mittelachse des Stromstörers 32 geht.

[0015] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann oberhalb der Rührblätter wenigstens ein motorisch antreibbarer Zerkacker eingebaut sein, der an seinem Ende eine Mehrzahl von Messern trägt. Die Umfangsgeschwindigkeit des Zerkackers liegt zweckmäßigerweise über 15 m/sec..

[0016] Vorzugsweise besteht der Rührbehälter aus einem oberen zylindrischen Teil und einem sich daran anschließenden unteren kegelförmigen Bodenteil, wobei dessen Kegelwinkel im Bereich von etwa 60° bis etwa 120° liegt und insbesondere im wesentlichen 90° beträgt.

[0017] Vorteilhafterweise sind die Rührarme im wesentlichen im kegeligen Teil des Rührbehälters angeordnet.

[0018] Das Verhältnis der Höhen des kegeligen Teils zum zylindrischen Teil des Rührbehälters liegt vorteilhafterweise im Bereich von etwa 1:1 bis etwa 2:1.

[0019] Beispielsweise Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend an Hand der Zeichnung erläutert, in der

Fig. 1 schematisch eine Ansicht des erfindungsgemäßen Rührbehälters zeigt,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Rührbehälter nach Figur 1 zeigt,

Fig. 3 und 4 zeigen entsprechend eine Ansicht und eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rührbehälters,

Fig. 5 zeigt schematisch noch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rührbehälters, und

Fig. 6 zeigt eine Einzelheit der Anordnung eines Rührblattes mit dem zugehörigen Seitenblatt.

[0020] Figur 1 zeigt schematisch eine Rührvorrichtung 10 mit einem nur strichpunktiert angedeuteten Rührbehälter 12, der aus einem oberen zylindrischen Teil 14 und einem sich an diesen anschließenden unteren kegelförmigen Bodenteil 16 gebildet ist.

[0021] Der zylindrische Teil 14 ist oben durch einen gewölbten Deckel 18 geschlossen, während am unteren Ende des kegelförmigen Bodenteils 16 ein Auslaß 20 ausgebildet ist.

[0022] Eine Antriebswelle 22 erstreckt sich von oben her durch den Deckel 18 hindurch nach unten in den Rührbehälter 12 hinein und an der Welle 22 sind mittels eines Holms 24 zwei Rührblätter 26 angebracht, welche im wesentlichen im kegeligen Bodenteil 26 des

Rührbehälters 12 untergebracht sind und von innen unten nach außen oben in einem Winkel  $\alpha$  zur Horizontalen verlaufen, der im Bereich von etwa 15° bis etwa 60° liegt.

[0023] Der Kegelwinkel des Bodenteils 16 des Rührbehälters 12 liegt in einem Bereich von etwa 60° bis etwa 120° und er beträgt vorzugsweise im wesentlichen 90°.

[0024] Der in der Beschreibung verwendete Begriff "vertikal" bezieht sich auf die Richtung der Mittelachse der Welle 22 und der Begriff "horizontal" bezieht sich auf alle Richtungen, die rechtwinklig zur Mittelachse der Welle 22 verlaufen.

[0025] Wenigstens bei einem der Rührblätter 26 schließt sich an sein unteres Ende ein Bodenräumer bildendes Bodenblatt 28 an, dessen oberes Ende 48 fest mit dem inneren unteren Ende 44 des betreffenden Rührblattes 26 verbunden ist (Figur 3).

[0026] Das Bodenblatt 28, dessen unteres Ende 50 sich bis in den Auslaß 20 hinein erstreckt, ist schraubenlinienartig verwunden und in einem Winkel  $\delta$  zur Drehebene nach unten bzw. zur Horizontalen ange stellt, der von oben nach unten zunimmt und im Bereich von etwa 5° bis etwa 55° liegt.

[0027] Die Geometrie der Rührblätter 26 wird durch einen schrägen Schnitt durch einen Kegel erzeugt, so daß der innere Umfangsrand 40 und der äußere Umfangsrand 42 jedes Rührblattes 26 eine elliptische Form haben und die Rührblätter 26 selbst eben bleiben.

[0028] Die Breite der Rührblätter 26 nimmt von innen nach außen zu und jedes Rührblatt 26 hat an seinem inneren Ende 44 die geringste Breite und an seinem äußeren Ende 46 die größte Breite.

[0029] Die Breite des Bodenblattes 28 nimmt hingegen von oben nach unten ab und es hat daher seine größte Breite an seinem oberen Ende 48 und seine geringste Breite an seinem unteren Ende 50.

[0030] Mit jedem Rührblatt 26 ist an seinem oberen, äußeren Ende 46 ein Seitenblatt 30 fest verbunden. Die Seitenblätter sind eben und ihre Geometrie wird durch einen schrägen Schnitt durch einen Zylinder erzeugt, wobei wenigstens die vorlaufende Kante oder der vorlaufende Rand 52 der Seitenblätter 30 eine elliptische Form hat.

[0031] Die gegenüber den Rührblättern 26 nach oben abgeknickt ausgebildeten Seitenblätter 30 sind in einem Neigungswinkel  $\gamma$  zur Vertikalen nach außen angestellt, der im Bereich von etwa 1° bis etwa 30° liegt.

[0032] Bezüglich der Innenwand des Rührbehälters 12 haben die Seitenblätter 30 einen Freiwinkel  $\beta$  von etwa 1° bis etwa 30°, wie Figur 4 zeigt.

[0033] Dieser Winkel  $\beta$  wird wie folgt bestimmt.

[0034] Zwischen dem Mittelpunkt M der Welle 22 und dem Schnittpunkt P des Seitenblattes 30 mit dem Rührblatt 26 wird eine Linie 64 gezogen. Die Senkrechte 66 auf diese Linie 64 im Punkt P ist die Bezugslinie für den Winkel  $\beta$ , der sich zwischen dieser Senkrechten 66 und der Schnittlinie 68 zwischen dem Rührblatt 26 und dem

Seitenblatt 30 erstreckt.

[0035] (Der Schnittpunkt P bezeichnet das in Drehrichtung D der Rührvorrichtung vordere Ende der Schnittlinie 68.)

5 [0036] Wie insbesondere Figur 6 zeigt, hat die vorlaufende Kante 52 jedes Seitenblattes 30 einen im wesentlichen konstanten Abstand 58 von etwa 5mm bis 10mm zur zylindrischen Innenwand 56 des Rührbehälters 12.

[0037] Die Figuren 3 und 4 zeigen Ausführungsformen, bei denen Hilfsgeräte in Form eines Stromstörers 32 und/oder eines Zerhackers 34 von oben her in den Rührbehälter 12 eingebaut sind.

[0038] Es kann, wie gesagt, ein Stromstörer 32 oder ein Zerhacker 34 oder es können gegebenenfalls auch beide Geräte verwendet werden.

[0039] Der vorzugsweise in Form einer ebenen Platte ausgebildete Stromstörer 32 ist vertikal von oben her in den Rührbehälter 12 eingebaut und hat, wie dargestellt, etwa V-förmige Gestalt, wobei seine untere Kante 60 einen Winkel  $\epsilon$  zur Horizontalen bildet, der im Bereich von etwa 15° bis etwa 60° liegt.

[0040] Die Kante 60 verläuft von innen unten nach außen oben.

[0041] Wie Figur 4 zeigt, ist der Stromstörer 32 in Drehrichtung D in einem Winkel  $\psi$  zu einer Radialen 62 angestellt, der in einem Bereich von etwa 0° bis etwa 75° liegt.

[0042] Die Radiale 62 verläuft durch die Mittelachse der Welle 22 und durch die Mittelachse des Stromstörers 32. (Figur 4)

[0043] Der Zerhacker 34 ist ebenfalls von oben her durch den Deckel 18 in den Rührbehälter 12 eingeführt und taucht wie der Stromstörer 32 in das Rührgut ein, wie Figur 3 zeigt.

35 [0044] Der Zerhacker 34 besteht aus einer motorisch antreibbaren Welle 36, die an ihrem unteren Ende eine Mehrzahl von Messern oder auch anderen geeigneten Werkzeugen trägt, durch die etwaige Klumpen im Rührgut zertrennt oder aufgelöst werden können.

40 [0045] Der nichtgezeigte Antrieb für den Zerhacker 34 ist auf dem Deckel 18 angebracht und die Welle 36 verläuft exzentrisch zwischen der Welle 22 und den Rührblättern 26.

45 [0046] Die Umfangsgeschwindigkeit des Zerhackers 34 liegt vorzugsweise über 15 m/sec, wodurch lokal sehr hohe Scherkräfte in das Produkt eingebracht werden können. Hierdurch werden vor allem schwer zufallende Klumpen und Knollen im Produkt zerteilt. An Stelle der Messer 34 können, wie vorstehend ausgeführt, auch andere Werkzeuge verwendet werden, um je nach den Produkteigenschaften mehr oder weniger Scherung im Produkt zu erzeugen.

50 [0047] Der Stromstörer 32 verringert die Rotationsbewegung im Rührgut, außerdem führt er größere Klumpen, die sich möglicherweise während einer Trocknung gebildet haben, den Rührblättern zu, wo sie zerteilt werden.

[0048] Wie die Figuren 1 und 3 zeigen, sind die Holme

24 am unteren Ende der Welle 22 und in der unteren Hälfte des kegelförmigen Bodenteils 16 angeordnet, um möglichst viel Freiraum für Einbauten, wie den Stromstörer 32 oder den Zerkacker 34, zu schaffen.

[0049] Wie Figur 5 zeigt, kann aber zusätzlich zu dem Holmpaar 24 und oberhalb des letzteren ein weiteres Holmpaar 54 zur Halterung der Rührblätter 26 an der Antriebswelle 22 im Bedarfsfalle vorgesehen werden.

Die erfindungsgemäße Rührvorrichtung arbeitet wie folgt:

[0050] Bei Drehung der Rührblätter 26 in Drehrichtung D wird das Produkt längs der Wand des Rührbehälters schräg und dann axial nach oben gefördert und dann im Bereich der Produktoberfläche durch die Seitenblätter 30 zur Mitte transportiert. Im mittleren Bereich wird das Produkt dann durch den Massenfluß nach unten gezogen, wodurch eine großräumige, im wesentlichen tottraumfreie Mischbewegung entsteht, die kurze Mischzeiten und hohe Wärmeübergänge gewährleistet. Die Umfangsgeschwindigkeit liegt so hoch, daß leicht zerfallende Klumpen und Knollen durch die Schubspannungen, welche durch die Rührblätter 26 erzeugt werden, aufgeschlossen werden. Mittelschwer zerfallende Klumpen können durch den Einbau eines oder mehrerer Stromstörer 32 zerlegt werden, während schwer zerfallende Klumpen durch den exzentrisch von oben her eingebauten Zerkacker 34 zerstört werden.

[0051] Das einen Bodenräumer bildende Bodenblatt 28 erlaubt ein tottraumfreies Mischen im unteren Bereich des kegelförmigen Bodenteils 16 oberhalb des nicht dargestellten Auslaßventiles. Der oben beschriebene nach unten zunehmende Anstellwinkel  $\delta$  des Bodenblatts 28 dient dazu, eine gute Mischwirkung aufrecht zu erhalten, da diese bei gleichbleibendem Einstellwinkel nachlassen würde, weil die Umfangsgeschwindigkeit am Bodenblatt 28 zum Auslaßventil hin immer geringer wird. Der zunehmende Anstellwinkel  $\delta$  kompensiert diesen Effekt und sorgt für eine tottraumfreie Durchmischung des gesamten Behälters.

[0052] Der oben erwähnte enge Wandabstand der Seitenblätter 30 zur Innenwand des Rührbehälters 12 verhindert mindestens im wesentlichen Wandbeläge und Krustenbildung und gewährleistet damit gute Wärmeübergangskoeffizienten.

[0053] Die erfindungsgemäße Rührvorrichtung eignet sich deshalb nicht nur für rieselfähige Produkte, sondern auch für teigige und bei der Trocknung Knollen bildende Produkte, wie sie beispielsweise in der pharmazeutischen Industrie auftreten.

[0054] Die erfindungsgemäße Rührvorrichtung ermöglicht eine hohe Mischgüte durch vollständige Produktumwälzung. Sie ermöglicht damit einen hohen inneren Wärmeübergang und ein gleichmäßiges Temperaturprofil und damit eine große Oberflächenenerneuerung und einen guten Abtransport ohne Rekondensation im kühleren Produkt. Die hohe Wärmeübergangsflä-

che führt zu kürzeren Trocknungszeiten und Kühlzeiten. Die Rührblätter ermöglichen insbesondere in Verbindung mit Stromstörern und Zerkackern eine gute Grobzerkleinerung und einen schnellen und leichteren Zerfall von Klumpen und Knollen.

[0055] Es können somit auch Agglomerate dispergiert oder Granulate erzeugt werden, ebenso können teigige oder wachsige Massen umgewälzt werden. Infolge der höheren Blattanstellwinkel wird eine gute quantitative Entleerung erreicht und es können Ablagerungen und Krustenbildungen weitgehend vermieden werden. Der kegelige Bodenteil erlaubt ein gutes Abfließen des trockenen Produktes.

[0056] Da die Antriebswelle 22 von oben her fliegend eingebaut ist, sind keine Lager oder Dichtungen im Produktbereich erforderlich.

#### Patentansprüche

1. Rührvorrichtung, insbesondere zum Mischen, Granulieren und Trocknen von Feststoffen in einem Rührbehälter, mit wenigstens einem Rührorgan, das zum Beispiel zwei Rührblätter aufweist, die mit einer motorisch antreibbaren Welle verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die insbesondere eben ausgebildeten Rührblätter (26) in einem Winkel  $\alpha$ , der in einem Bereich von etwa  $15^\circ$  bis etwa  $60^\circ$  liegt, von innen nach außen aufwärts geneigt zur Horizontalen angeordnet sind.
2. Rührvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der innere (40) und der äußere Umfangsrand (42) jedes Rührblattes (26) eine elliptische Form hat.
3. Rührvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes Rührblatt (26) an seinem inneren Ende (44) die geringste und an seinem äußeren Ende (46) die größte Breite hat.
4. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eines der Rührblätter (26) an seinem inneren Ende (44) mit einem einen Bodenräumer bildenden Bodenblatt (28) ausgerüstet ist.
5. Rührvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bodenblatt (28) an seinem oberen Ende (48) die größte und an seinem unteren Ende (50) die geringste Breite aufweist.
6. Rührvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bodenblatt (28) schraubenlinienartig verwunden ist.
7. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bodenblatt

- in einem Winkel  $\delta$  zur Horizontalen nach unten geneigt angestellt ist, daß der Anstellwinkel  $\delta$  von oben nach unten zunimmt und im Bereich von etwa 5° bis etwa 55° liegt.
8. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes Rührblatt (26) an seinem oberen äußeren Ende (46) mit einem insbesondere ebenen Seitenblatt (30) ausgerüstet ist und die Seitenblätter unter einem Neigungswinkel  $\gamma$  von etwa 1° bis etwa 30° zur Vertikalen nach außen angestellt sind.
9. Rührvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Seitenblätter (30) in einem Freiwinkel  $\beta$  von etwa 1° bis etwa 30° zur Wand des Rührbehälters (12) angestellt sind.
10. Rührvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die vorlaufende Kante (52) jedes Seitenblattes (30) einen im wesentlichen konstanten Abstand (58) zur zylindrischen Wand des Rührbehälters (12) hat.
11. Rührvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand (58) etwa 5mm bis 10mm beträgt.
12. Rührvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens die vorlaufende Kante (52) jedes Seitenblattes (30) eine elliptische Form hat.
13. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß oberhalb der Rührblätter (26) wenigstens ein insbesondere ebener Stromstörer (32) eingebaut ist, dessen Unterkante (60) in einem Winkel  $\epsilon$  zur Horizontalen verläuft, der im Bereich von etwa 15° bis etwa 60° liegt.
14. Rührvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stromstörer (32) in Drehrichtung D in einem Winkel  $\psi$ , der in einem Bereich von etwa 0° bis etwa 75° liegt, zu einer Radialen (62) angestellt ist, die durch die Mittelachse der Rührerwelle (22) und durch die Mittelachse des Stromstörers 32 geht.
15. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß oberhalb der Rührblätter (26) wenigstens ein motorisch antreibbarer Zerhacker (34) eingebaut ist, der an seinem Ende eine Mehrzahl von Messern (38) trägt.
16. Rührvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umfangsgeschwindigkeit des Zerhackers (34) über 15 m/sec liegt.
17. Rührvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rührbehälter (12) aus einem oberen zylindrischen Teil (14) und einem sich an diesen anschließenden unteren kegelförmigen Bodenteil (16) gebildet ist.
18. Rührvorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kegelwinkel des kegelförmigen Bodenteils im Bereich von etwa 60° bis 120° liegt und insbesondere im wesentlichen 90° beträgt.
19. Rührvorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis der Höhen des kegelförmigen Bodenteils (16) zum zylindrischen Teil (14) im Bereich von etwa 1:1 bis etwa 2:1 liegt.
20. Rührvorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rührarme (26) im wesentlichen im kegelförmigen Bodenteil (16) des Rührbehälters (12) eingebaut sind.

